

Autonom und öffentlich: Automatisierte Shuttles für mehr Mobilität mit weniger Verkehr

Canzler, Weert; Knie, Andreas

Veröffentlichungsversion / Published Version
Arbeitspapier / working paper

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit / provided in cooperation with:
Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB)

Empfohlene Zitierung / Suggested Citation:

Canzler, W., & Knie, A. (2019). *Autonom und öffentlich: Automatisierte Shuttles für mehr Mobilität mit weniger Verkehr*. (böll.brief - Grüne Ordnungspolitik, 13). Berlin: Heinrich-Böll-Stiftung. <https://doi.org/10.25530/03552.39>

Nutzungsbedingungen:

Dieser Text wird unter einer CC BY-NC-ND Lizenz (Namensnennung-Nicht-kommerziell-Keine Bearbeitung) zur Verfügung gestellt. Nähere Auskünfte zu den CC-Lizenzen finden Sie hier:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.de>

Terms of use:

This document is made available under a CC BY-NC-ND Licence (Attribution-Non Commercial-NoDerivatives). For more information see:
<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Canzler, Weert; Knie, Andreas

Research Report — Published Version

Autonom und öffentlich. Automatisierte Shuttles für mehr Mobilität mit weniger Verkehr

Provided in Cooperation with:

WZB Berlin Social Science Center

Suggested Citation: Canzler, Weert; Knie, Andreas (2019) : Autonom und öffentlich. Automatisierte Shuttles für mehr Mobilität mit weniger Verkehr, Heinrich-Böll-Stiftung, Berlin, <http://dx.doi.org/10.25530/03552.39>

This Version is available at:

<http://hdl.handle.net/10419/213826>

Standard-Nutzungsbedingungen:

Die Dokumente auf EconStor dürfen zu eigenen wissenschaftlichen Zwecken und zum Privatgebrauch gespeichert und kopiert werden.

Sie dürfen die Dokumente nicht für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, öffentlich zugänglich machen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Sofern die Verfasser die Dokumente unter Open-Content-Lizenzen (insbesondere CC-Lizenzen) zur Verfügung gestellt haben sollten, gelten abweichend von diesen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Terms of use:

Documents in EconStor may be saved and copied for your personal and scholarly purposes.

You are not to copy documents for public or commercial purposes, to exhibit the documents publicly, to make them publicly available on the internet, or to distribute or otherwise use the documents in public.

If the documents have been made available under an Open Content Licence (especially Creative Commons Licences), you may exercise further usage rights as specified in the indicated licence.



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

böll.brief

GRÜNE ORDNUNGSPOLITIK #13

Oktober 2019

Autonom und öffentlich

Automatisierte Shuttles
für mehr Mobilität
mit weniger Verkehr

**DR. HABIL. WEERT CANZLER
PROF. DR. ANDREAS KNIE**

*Das **böll.brief – Grüne Ordnungspolitik** bietet Analysen, Hintergründe und programmatische Impulse für eine sozial-ökologische Transformation. Der Fokus liegt auf den Politikfeldern Energie, Klimaschutz, Stadtentwicklung sowie arbeits- und wirtschaftspolitische Maßnahmen zum nachhaltigen Umbau der Industriegesellschaft.*

*Das **böll.brief** der Abteilung Politische Bildung Inland der Heinrich-Böll-Stiftung erscheint als E-Paper im Wechsel zu den Themen «Teilhabegesellschaft», «Grüne Ordnungspolitik», «Demokratie & Gesellschaft» und «Öffentliche Räume».*

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	3
1 Automatisierter Verkehr: Teil des Problems oder Teil der Lösung	4
1.1 Automatisiertes Fahren: Was ist das eigentlich?	5
1.2 Varianten des automatisierten Fahrens	7
2 Der Verkehr: Sorgenkind des Klimaschutzes	9
3 Chancen für den öffentlichen Verkehr	14
3.1 Mehr Platz für effiziente Sammelverkehre	14
3.2 Und die Kosten?	15
3.3 Flexibilisierung des Straßenverkehrsrechts: Regulatorische Experimentierräume	15
3.4 Bereitschaft zur Veränderung ist da	17
4 Fazit	18
Literaturverzeichnis	20
Die Autoren	27
Impressum	27

Zusammenfassung

Autonomes Fahren ist in aller Munde. Die zunehmende Automatisierung von Autos wird von den Fahrzeugherstellern als Antwort auf die Probleme des Verkehrs vermarktet: «sicherer, sauberer und optimierter Verkehrsfluss». Damit werden aber die Zahl der privaten Fahrzeuge weiter steigen und die Probleme der Flächenkonkurrenz mit anderen Verkehrsformen wie Bussen, Bahnen und Fahrrädern insbesondere in den Innenstädten noch deutlich zunehmen. Aber automatisierte Fahrzeuge können auch Teil der Lösung sein. Shuttlebusse, die automatisch und flexibel vor die Tür gefahren kommen und so die «erste und letzte» Meile in einem attraktiven öffentlichen Verkehrsangebot abdecken – das kann heute schon Realität werden. Dazu braucht es aber den politischen Willen, den öffentlichen Verkehr grundlegend zu reformieren und als Alternative zum eigenen Auto aufzubauen. Weder die Autoindustrie noch die öffentlichen Verkehrsunternehmen sind derzeit in der Lage, solche Systeme zu entwickeln. Die amerikanischen Digitalkonzerne stehen dagegen bereits in den Startlöchern.

Dieses böll.brief plädiert dafür, die Chancen der neuen Technik aktiv zu nutzen und gemeinsam mit allen Beteiligten mutig zu experimentieren. Mit veränderten Regelwerken lassen sich neue Dienste etablieren, die die Zahl der Autos in den Städten auf ein Minimum reduzieren und auch auf dem Land neue Möglichkeiten für individuelle Mobilität ohne eigenes Auto schaffen.

1 Automatisierter Verkehr:

Teil des Problems oder Teil der Lösung

In der Debatte um die Zukunft der Mobilität spielen *autonome Fahrzeuge* eine herausragende Rolle. Gemeint sind Fahrzeuge, die nicht nur automatisch fahren, sondern von einem *System gesteuert* und disponiert werden und damit aus Sicht der Nutzen den autonom unterwegs sind. Welche Bedeutung solche Fahrzeuge in einer weiteren Zukunft haben werden, hängt neben der Bewältigung der technischen Komplexität von der Art und Weise der *politischen Regulierung* ab. Ob solche Systeme überhaupt im öffentlichen Straßenraum unterwegs sind und wie sich das auf den zukünftigen Verkehr auswirkt, entscheidet maßgeblich der gesetzliche Rahmen. Dieser gesetzliche Rahmen ist wiederum durch die Antwort geprägt, wie wir künftig leben wollen und wie der Verkehr von morgen aussehen soll. Dabei geht es zum einen um die Aufenthaltsqualität im öffentlichen Raum und zum anderen um eine drastische Reduktion schädlicher Emissionen. Es geht nicht zuletzt auch um die Erreichung der Klimaschutzziele im Verkehr. Dafür bedarf es einer umfassenden *Verkehrswende*, die mehr ist als eine Antriebswende (vgl. Canzler/Knie 2016, Agora Verkehrswende 2017).

Während kalifornische Plattformbetreiber wie Uber und Waymo offensiv Milliarden in die Technologieentwicklung investieren, befinden sich die klassischen Automobilhersteller noch mitten im konventionellen Geschäftsmodell. Die Automobilunternehmen möchten mit einer Steigerung des Automatisierungsgrades primär die Attraktivität des privaten Fahrzeuges zurückgewinnen. Private Pkw sollen in den nächsten Jahren serienmäßig mit weitgehenden Assistenzfunktionen angeboten werden. Dabei vermarkten die Fahrzeughersteller den zunehmenden Automatisierungsgrad von Fahrzeugen als Antwort auf die Probleme des Verkehrs: «sicherer, sauberer und optimierter Verkehrsfluss» (VDA 2015). So wird aber die Zahl der privaten Fahrzeuge weiter steigen, und die Probleme der Flächenkonkurrenz mit anderen Verkehrsformen wie Bussen, Bahnen und Fahrrädern insbesondere in den Innenstädten werden weiter zunehmen.

Die Risiken des automatisierten Fahrens sind ohne Zweifel groß. Gleichzeitig entstehen jedoch neue Chancen. Denn (teil-)automatisierte Fahrzeuge, nicht zuletzt neue Fahrzeugformate zwischen Pkw und Bus, können helfen, den öffentlichen Verkehr effizienter und attraktiver zu machen. Mit einem hochintegrierten intermodalen öffentlichen Verkehr ist in weiterer Zukunft individuelle Mobilität mit viel weniger Fahrzeugen zu gewährleisten. Eine zukünftige Regulierungspraxis könnte durch einen Mix aus Groß- und Kleinfahrzeugen, aus spurgeführten und getakteten sowie flexiblen On-Demand-Verkehren die Zahl der Straßenfahrzeuge zur Abwicklung sämtlicher Personenkilometer erheblich reduzieren. Gegenüber konventionellen Bussystemen können *automatisch fahrende Shuttles* die Kosten des operativen Betriebes drastisch senken. Bei einem Betrieb mit tatsächlich autonomen Flotten, derzeit noch Zukunftsmusik, kann die Zahl der Fahrzeuge auf längere Sicht unter

50 Einheiten pro 1000 Einwohner bleiben. Bei einem gemischten Betrieb, also einer Kombination von automatisierten Fahrzeugen mit Bussen, Bahnen und Zweirädern, lässt sich schon früher die Zahl der verbliebenen Kfz von derzeit über 500 auf 150 pro 1000 Einwohner in städtischen Ballungsgebieten und von über 700 auf 350 in ländlichen Räumen reduzieren. Hierbei müssen sich jedoch die Kapazitäten des öffentlichen Verkehrs verdoppeln. Etwa ein Viertel der Angebote sind dann digital «on demand» verkehrende Shuttles, alle Angebote sind gegenseitig buchbar.

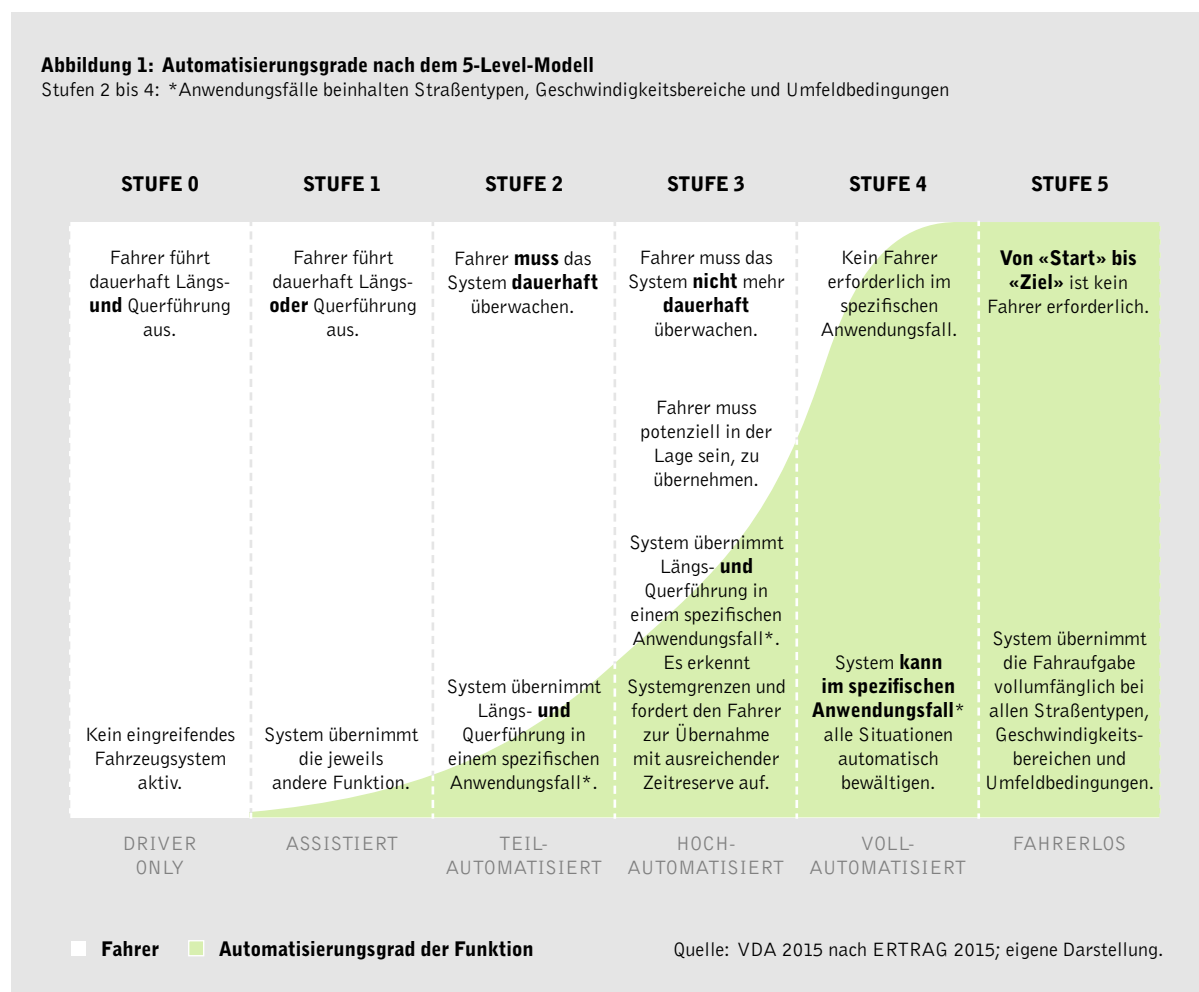
Die Frage der Bedeutung automatisiert fahrender Fahrzeuge ist von einer strategischen Debatte um die Zukunft der Mobilität nicht zu trennen. Welche Voraussetzungen müssen geschaffen werden, um automatisierte Flotten als Teil eines künftigen öffentlichen Verkehrs Wirklichkeit werden zu lassen? Wir plädieren dafür, den *Aufgabenträger* zu einer kommunalen Regie- und Orchestrierungsinstanz zu machen, der autonome Flotten in den öffentlichen Verkehr integriert. Ebenso ist es offensichtlich, dass für einen nachhaltigen Verkehr weder die bisherige Aufteilung des öffentlichen Raumes noch die Organisation und Finanzierung des Verkehrs, insbesondere des öffentlichen Verkehrs, beibehalten werden kann. Die Betreiber öffentlicher Verkehrssysteme spielen im bereits begonnenen Technologiewettbewerb bislang keine Rolle, sie müssen für diesen Wettbewerb erst noch ertüchtigt werden. Dafür brauchen sie nicht zuletzt *verlässliche rechtliche Rahmenbedingungen*.

Die positive Aussicht lautet also: Automatisierte Fahrzeuge können für die Verkehrswende und die Abkehr vom privaten Auto ein strategischer Hebel sein – zunächst in Form von automatisierten Shuttles, später in Form von vollständig autonomen Flotten. Notwendig ist jedoch eine «ermöglichende Regulierung», die das Privileg des privaten Autos zugunsten individualisierter On-Demand-Verkehre aufgibt. Schon heute gilt es, die Rolle von neuen On-Demand-Systemen als Teil des öffentlichen Verkehrs zu ermöglichen und zu erproben. Die aktuell entstehenden On-Demand-Angebote mit Fahrer sind als Vorläufer zukünftig möglicher autonomer Flotten zu verstehen.

1.1 Automatisiertes Fahren: Was ist das eigentlich?

Auf europäischer Ebene koordiniert der European Road Transport Research Advisory Council (ERTRAG) die Definition und Implementation von Forschungs- und Entwicklungsaufgaben für das automatisierte Fahren. Für die Annahmen zur Einführung und Verbreitung des automatisierten Fahrens gilt die ERTRAG-Roadmap, in der das Erreichen der Automatisierungsstufen «hochautomatisiertes Fahren» (Level 3), «vollautomatisiertes Fahren» (Level 4) und «fahrerloses Fahren» (Level 5) prognostiziert wird (vgl. [Abb. 1](#)). Auf sie haben sich die wichtigsten Akteure in der Industrie, in der Wissenschaft und auch in der Verwaltung geeinigt. Sie wurde zuletzt 2017 upgedatet und das Level-5-Ziel auf deutlich nach 2030 verschoben (vgl. ERTRAG 2017).

Die Level-5-Erwartung der Roadmap ist immer noch sehr ambitioniert, während die Projektionen zu Level 3 und 4 bereits umgesetzt werden. So arbeiten die Autohersteller intensiv am «Traffic Jam- und Highway-Chauffeur». Hier ist das Problem der «Rückkehrphase» – also der Zeitraum des Übergangs vom automatisierten Steuern des Fahrzeugs zurück zum Fahren – noch zu lösen. Zur Unfallvermeidung ist es entscheidend, dass es klare Abläufe zur Rückkehr des Fahrens in die Rolle des Fahrzeugführenden gibt. Akzeptanz auf Seiten der Nutzer/innen wird es nur geben, wenn dieser Übergang stressfrei abläuft. Die Frage ist, welche «Nebentätigkeiten» den Fahrenen erlaubt sind und wie ein schneller Rollenwechsel – innerhalb von wenigen Sekunden und möglicherweise aus einem Zustand der Entspannung bis hin zum Halbschlaf – vom Gefahrenwerden zum Selberfahren gelingt (vgl. Wolf 2015). Derzeit finden eine Reihe von Forschungsvorhaben statt, in denen Regeln und technische Warnsignale für den Rückkehrfall des Passagiers getestet werden. Die Level-3-Techniken werden wie üblich bei teuren und aufwendigen technischen Zusatzsystemen über das Luxussegment eingeführt. Daimler beispielsweise hat den Autobahn-Piloten, das Kernstück der Level-3-Assistenzsysteme, für die S-Klasse für das Jahr 2021 angekündigt, BMW plant einen Elektro-SUV mit dieser Technik auch für 2021.



Die US-amerikanischen Digitalunternehmen Google (Waymo) und Uber testen bereits seit geraumer Zeit Fahrzeuge auf Level-4-Basis. Die Unternehmen arbeiten mit Hochdruck zum einen an der Entwicklung fahrerloser Taxidienste (Uber) und zum anderen an einer generellen KI-basierten Plattform für das autonome Fahren (Waymo). Obwohl beide Unternehmen keine Jahreszahl genannt haben, suggerieren sie eine baldige Marktreife autonomer Fahrzeugflotten. Allerdings gibt es erhebliche Zweifel, ob solche Systeme innerhalb der nächsten beiden Jahrzehnte im städtischen Mischverkehr tatsächlich eingesetzt werden oder «nur» in dafür präparierten Arealen und in hermetisch voneinander getrennten Streckenabschnitten (z.B. Reichtin 2018 oder Wolmar 2018 und jüngst Fry 2019).

1.2 Varianten des automatisierten Fahrens

Automatisiertes Fahren findet derzeit über Assistenzsysteme Eingang in den Straßenverkehr. Moderne Autos sind heute in der Lage, Störungen und Unregelmäßigkeiten wie ein zu dichtes Auffahren oder das Verlassen der Spur über Sensoren zu erkennen und eigenständig korrigierend darauf zu reagieren. Auch das Fahren in Kolonne auf Autobahnen (das sogenannte Platooning) und das Ein- und Ausparken in Parkhäusern (das «Valet-Parking») sind technisch kein Problem. Eine breite Implementierung ist jedoch bisher nicht möglich. Dafür fehlen die rechtlichen Grundlagen. Zwar wurde die Wiener Übereinkunft, eine internationale Konvention aus dem Jahre 1968 zu grundsätzlichen Regeln des Straßenfahrzeugverkehrs, im Jahre 2016 so abgeändert, dass nicht mehr zwingend vorgeschrieben ist, dass beim Lenken eines Fahrzeuges immer mindestens eine Hand am Lenkrad zu sein hat. Technische Unterstützungs- und Überwachungshilfen sind bei der Steuerung von Fahrzeugen seither zulässig, doch müssen der Fahrzeugführer und die Fahrzeugführerin immer noch jederzeit die Kontrolle ausüben können. Das hat sich auch durch die jüngste Ergänzung des Straßenverkehrsgesetzes durch den Paragraphen 1a, in dem der «Betrieb eines Kraftfahrzeugs mittels hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion» ausdrücklich zugelassen wird, nicht geändert. Denn diese Fahrfunktion muss «jederzeit durch den Fahrzeugführer manuell übersteuerbar oder deaktivierbar» sein (vgl. Straßenverkehrsgesetz, § 1a). Ein vollautomatisierter oder gar fahrerloser Betrieb ist im öffentlichen Raum daher ausgeschlossen.

Neben noch ungelösten technologischen Herausforderungen und den fehlenden rechtlichen Voraussetzungen ist außerdem die Frage des Betreibermodells bei voll-autonomen Fahrzeugen offen: Wer betreibt ein solches System auf Basis welches Geschäftsmodells? Es ist kein Zufall, dass ausgerechnet die US-amerikanischen Plattformbetreiber Uber und Waymo, ein Unternehmen der Alphabet Gruppe (Google), Milliarden Dollar in die Entwicklung solcher Systeme investieren. Das Kapital wird in erster Linie als eine Wette auf die Zukunft eingesetzt und ist von der Hoffnung getrieben, dass Firmen, die solche Technologien beherrschen, in ihrem Wert stark steigen. Ein Geschäftsmodell, das erst nach spätestens fünf Jahren Gewinn bringen muss, kennen solche Unternehmen nicht.

Automobilhersteller wiederum operieren genau nach dieser Logik eines definierten Gewinnzeitpunktes und zögern daher mit Blick auf unsichere Gewinnaussichten mit weiteren Investitionen. Zugleich zeichnet sich ab, dass diese Systeme, genauso wie heute der öffentliche Verkehr, nicht rein privatwirtschaftlich, sondern nur als öffentliche Systemdienstleistungen in einem entsprechend öffentlichen Finanzierungsrahmen betrieben werden können. Die Automobilbranche würde sich daher in Richtung eines öffentlichen Verkehrsbetreibers entwickeln, eine Perspektive, die in der Branche zurzeit wenig Unterstützung findet.

Im Testbetrieb eingesetzte Shuttles sind ein ganz neuer Fahrzeugtyp, sie befinden sich in einer Nische. Interessant sind sie deshalb, weil sie eine neue zusätzliche Variante des automatisierten Fahrens im öffentlichen Verkehr darstellen könnten. Die Automatisierung im öffentlichen Verkehr ist potenziell vielfältig: Sie reicht von der Automatisierung klassischer Busse und Bahnen, die liniengeführt und fahrplangetaktet sind, bis – in längerer Perspektive und mit noch erheblichen Unsicherheiten behaftet – zu autonomen Fahrzeugen, die keinerlei Einflussmöglichkeiten der Passagiere mehr zulassen und als sich selbst regulierende Systeme operieren.

Die etablierten Betreiber von öffentlichen Verkehrsmitteln, also in der Regel Bahn- und Busunternehmen, sind allerdings weder in Europa noch in Nordamerika in der Lage, die notwendigen Investitionsmittel zu generieren und die erforderlichen Kompetenzen bereitzustellen. Die Treiber bei der Technologieentwicklung des automatisierten Fahrens sitzen wie erwähnt in Nordamerika. Öffentliche Verkehrsunternehmen einschließlich der Deutschen Bahn werden im Jahr 2019 für die Entwicklung (teil-)automatisierter Shuttles hingegen voraussichtlich lediglich einen einstelligen Millionenbetrag ausgeben können. Und auch dieser Betrag wird angesichts des großen Finanzierungsbedarfes im «Kerngeschäft» möglicherweise gar nicht zur Verfügung stehen. Die im Haushalt 2020 fixierten Etatwerte für Investitionen in den Schienenausbau sowie die Digitalisierung des Schienenverkehrs bleiben jedenfalls – trotz anderslautender Medienberichte – weit hinter den Erwartungen der Branche zurück.

2 Der Verkehr: Sorgenkind des Klimaschutzes

Was ist eigentlich der verkehrs- und klimapolitische Hintergrund, vor dem die derzeitige Diskussion um das automatisierte Fahren stattfindet? Aktuell hat der gesamte Verkehrssektor einen Anteil von 22 Prozent an den Treibhausgasemissionen, dieser ist in den letzten beiden Jahrzehnten laufend gestiegen. Davon entfallen mehr als vier Fünftel auf den motorisierten Straßenverkehr, der nach wie vor zu 95 Prozent auf dem Einsatz von fossilen Kraftstoffen beruht (vgl. Agora Verkehrswende 2017: 8 f.). Der Verkehr ist der einzige Sektor, in dem bislang keine Minderung der klimarelevanten CO₂-Emissionen erreicht werden konnte. Wenn die durchschnittliche Temperatur auf der Erde nicht stärker als zwei Grad steigen soll, muss der gesamte Güter- und Personenverkehr zu Lande, zu Wasser und in der Luft in den nächsten Jahrzehnten seine Energiebasis wechseln und weitgehend dekarbonisiert werden. Dabei geht es nicht in erster Linie um eine neue Kraftstoffstrategie. Eine Substitution fossiler Energieträger durch strombasierte Kraftstoffe ist weder ökonomisch noch ökologisch vertretbar, denn dafür würde wegen der Umwandlungsverluste ein fünf- bis siebenfaches Volumen an erneuerbaren Energien gegenüber der Direktnutzung des Stroms in Elektromotoren benötigt (vgl. ebenda: 52). Was Klimaschutz im Verkehr bedeutet, wird im Weißbuch der Europäischen Kommission schon im Jahr 2011 klar beschrieben: Bis spätestens 2050 sind die Treibhausgasemissionen im Verkehr in Europa um mindestens 60 Prozent gegenüber dem Stand von 1990 zu reduzieren (Europäische Kommission 2011). Nach dem Klimaschutzplan der Bundesregierung sollen die verkehrsbedingten Emissionen im Verkehr in Deutschland bereits bis zum Jahr 2030 um mindestens 40 Prozent gegenüber 1990 sinken (BMU 2016). Bei Nichterreichen der für den Verkehrssektor verbindlichen EU-Vorgaben drohen erstmalig hohe Strafzahlungen. Wird das im Pariser Klimaschutzabkommen festgelegte Ziel einer globalen Temperaturerhöhung von 1,5 Grad Celsius auf die einzelnen Sektoren angelegt, muss die Dekarbonisierung des Verkehrs noch deutlich weitergehen.

Das ist das Ziel, tatsächlich nehmen die Neuzulassungen von Kraftfahrzeugen und deren Energiebedarf in Deutschland jedoch zu. Mittlerweile sind es fast 47 Millionen Pkw und über 65 Millionen Kraftfahrzeuge insgesamt (Kraftfahrt-Bundesamt 2018). In den letzten 25 Jahren haben die verbrauchsbedingten CO₂-Emissionen im Verkehr daher sogar noch zugenommen (vgl. Agora Verkehrswende 2017: 11). Zudem sind auch die Emissionen spezifischer Schadstoffe wie Stickoxide und Feinstaub aufgrund strengerer Grenzwerte zunehmend zum Problem geworden und die Realverbräuche der Verbrennungsmotoren infolge des Dieselskandals nach 2015 in den Fokus der öffentlichen Aufmerksamkeit geraten. Offenkundig wurde, dass es zwischen den Herstellerangaben zum Kraftstoffverbrauch und den realen Verbräuchen über alle Fahrzeugklassen hinweg aktuell eine Kluft von ca. 40 Prozent gibt (vgl. ICCT 2019).

Aber nicht nur Schadstoff- und CO₂-Emissionen sind ein Problem des ungebrochen wachsenden motorisierten Individualverkehrs. Private Autos benötigen ebenso viel Platz –

sowohl wenn sie fahren als auch wenn sie stehen. Der Platzbedarf eines parkenden Autos beträgt durchschnittlich mehr als 13 Quadratmeter, bei 30 km/h ist dies bereits das Fünffache und bei 50 km/h das Zehnfache (vgl. Randelhoff 2015). Der Besetzungsgrad der aktuellen Fahrzeugflotten liegt bei 1,4 Personen (vgl. BMVI 2018), die durchschnittliche «Stehzeit» erreicht einen Anteil von 95 Prozent (vgl. Canzler et al. 2018: 28). Der massenhafte Individualverkehr kommt mit seinem Raumbedarf daher schon seit Jahren in vielen Ballungsräumen an seine Grenzen bzw. hat diese längst überschritten. In deutschen Städten und auch in anderen früh motorisierten Ländern wurde viel zu lange das Planungsideal der «autogerechten Stadt» verfolgt (vgl. ebenda: 31–33).

Gleichzeitig ist trotz teilweise restriktiver Regulierung im Verkehr eine Vielzahl von neuen Optionen aufgekommen. Neben Automobilen, Bussen und Bahnen, Taxis und Mietwagen sowie Fahrrädern sind durch die Digitalisierung vielfältige neue Mobilitätsdienste mit Selbstfahrer-Mietfahrzeugen und Fahrdienste auf diversen Car-, Bike- und Scooter- sowie Ridesharing-Plattformen entstanden (vgl. Canzler/Knie 2016). Bei diesen digitalen Mobilitätsdiensten werden die Fahrzeuge im öffentlichen Raum abgestellt und per App gebucht. Neben den schon eingeführten Autos, Mopeds/Rollern/Motorrädern, Fahrrädern oder Pedelecs (elektrische Fahrräder) kommen aktuell oder in nächster Zukunft auch (elektrische) Tretroller oder (elektrische) Skateboards dazu. Waren das klassische Carsharing und teilweise auch das Bikesharing noch stationsbasiert, sind die jüngeren Sharing-Angebote meistens «Free-Floating»-Modelle. Die Folgen sind ambivalent und derzeit in vielen Städten zu sehen: Sharing-Fahrzeuge werden einfach auf der Straße, auf Plätzen oder auf Fußwegen und manchmal sogar auf Radwegen abgestellt. Die Konkurrenz um den knappen öffentlichen Raum nimmt zu. Der Druck steigt, den Verkehrsraum zulasten des privaten Autos neu zu verteilen.

Mehr denn je ist das private Automobil mit Verbrennungsmotor das vorherrschende Verkehrsmittel. Doch genauer betrachtet ist die Situation zwischen Stadt und Land unterschiedlich. Während in der Stadt – zumindest gemessen an der Zahl der Wege – der Fuß- und Fahrradverkehr eine relevante Größe erreicht hat und der Nahverkehr mit Bussen und Bahnen in Metropolen eine Alternative darstellt, dominiert in Verflechtungsräumen sowie in ländlichen Gebieten hingegen das private Fahrzeug weiterhin unangefochten. Insgesamt steigt die Zahl der Autos sogar – und das auch noch überproportional bei den SUVs. Die Zahlen zu den Treibhausgasemissionen des Straßenverkehrs sind eindeutig: Ohne eine Trendwende sind die Klimaziele der Bundesregierung nicht zu erreichen. Gleichzeitig sind eine Reihe digitaler Plattformangebote entstanden, die zumindest das theoretische *Potenzial* haben, dass der Besetzungsgrad auch konventioneller Fahrzeuge deutlich erhöht werden könnte. Vor diesem Hintergrund ist das generelle Zielbild zu beschreiben, wie der Verkehr der Zukunft aussehen könnte und sollte und welche Rolle dabei automatisiert fahrende Autos und andere Fahrzeugformate spielen.

Der Verkehr der Zukunft in Stadt und Land: Wie wollen wir leben?

Derzeit werden der fachliche und auch der öffentliche Diskurs zum autonomen Fahren von der Vorstellung des «automatisierten Autofahrens» beherrscht, wie sie die Automobilkonzerne verbreiten. Die Diskussion über den Verkehr der Zukunft ist geprägt von der gegenwärtigen Dominanz des privaten Autos (vgl. Freudendahl-Pedersen et al. 2019). Der Wunsch der Automobilhersteller ist es, dass bald alle Autos mit automatischen Funktionen ausgestattet und damit möglichst unfallfrei unterwegs sind. Die Car2Car-Kommunikation soll einen optimalen Verkehrsfluss garantieren. Dafür werden immense Investitionsbudgets mobilisiert, und es werden sogar Unternehmensallianzen eingegangen, die noch vor kurzem undenkbar schienen. Ansonsten soll sich aber möglichst wenig ändern, denn die Fertigung und der Vertrieb von Fahrzeugen dominieren bis heute das Kerngeschäft der Hersteller und ihrer Zulieferer. Damit stecken die Autohersteller jedoch in einem unauflösbaren Dilemma, denn automatisch fahrende Fahrzeuge erlauben in letzter Konsequenz kein «Selbstfahren» – die wörtliche Übersetzung von «Automobil» – mehr, sondern die Technik «lenkt». Das Leitbild des privaten Autos – «ich fahre, also bin ich» – wird somit vom Lauf der technologischen Entwicklung selbst überholt (Canzler et al. 2018). Solange die Automobilkonzerne die Verkehrslandschaft in erster Linie aus dem Blickwinkel «ihres Verkehrsgerätes» betrachten, kommen die Potenziale und Chancen nicht in den Blick, die in einer Vernetzung von unterschiedlichen Verkehrsmitteln liegen.

Was zeichnet den Verkehr der Zukunft aus einer Verkehrswende-Perspektive nun aus, in der es neben der Erreichbarkeit und der gesellschaftlichen Teilhabe immer auch um die Klimaschutzziele und den Ressourcen- und Platzverbrauch des Verkehrs geht? Eine hohe Beweglichkeit von Menschen und Gütern in einer sozial ausgewogenen und nachhaltigen Form ist das Ziel. Das bedeutet, dass die dafür benötigten Ressourcen effizient genutzt werden. Das gilt sowohl für die Infrastruktur wie Straßen, Stellflächen und Wege als auch für die eingesetzten Fahrzeuge. Fahrzeuge in der Stadt, die zu mehr als 90 Prozent im öffentlichen Raum stehen und in denen, wenn sie unterwegs sind, oft nur ein Sitzplatz belegt ist, haben in diesem Zukunftsbild keinen Platz mehr. Der private motorisierte Individualverkehr muss daher zur Erreichung des Zieles zugunsten neuer gemeinschaftlicher Mobilitätsformen (Sharing) schrittweise zurückgefahren werden. Das bedeutet, dass sich der individualisierte Verkehrswunsch vom Eigentum an einem Fahrzeug löst und durch die Nutzung eines vielfältigen Fahrzeugparks ersetzt wird. Hierbei sind ganz unterschiedliche Qualitäts- und Servicelevels möglich. Zu berücksichtigen ist zugleich, dass nicht jede und jeder bereit ist, Fahrzeuge und Fahrten mit anderen zu teilen. Der Wunsch nach «Eigenraum und Eigenzeit» (Knie 1997) muss zumindest zu bestimmten Anlässen und zeitweise befriedigt werden können.

Parallel dazu ist ein sukzessiver Umstieg von Diesel- und Benzin-Pkw auf elektrisch betriebene Fahrzeuge zu vollziehen und der Fuß- und Fahrradverkehr wirksamer und nachhaltiger in der Aufteilung und Gestaltung des öffentlichen Raums zu berücksichtigen. So werden Lärm- und Schadstoffemissionen verringert und die CO₂-Reduktionsziele erreicht. Das heißt, der Verkehr der Zukunft wird digital vernetzt, elektrisch betrieben und

multioptional verfügbar sein, um auf diese Weise nicht nur einen höheren Komfort, sondern auch eine optimale Nutzung vorhandener Ressourcen zu erreichen. Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen also. Das Alternativmodell zum privaten Auto besteht aus einer Vielzahl von Verkehrsgeräten und -angeboten und ist eine Kombination aus schienen- und liniengeführten Großgefäßen sowie flexiblen Individualbausteinen (vgl. ausführlicher Canzler/Knie 2016: 71–82).

Um ein Höchstmaß an Beweglichkeit für alle zu erreichen, muss die Zahl der motorisierten Verkehrsgeräte in einem Ballungsraum begrenzt werden. Als Richtzahl plädiert das Umweltbundesamt für 150 Autos pro 1000 Einwohner (vgl. UBA 2017: 19). Dabei sollen alle verfügbaren Angebote von schienen- und liniengeführten Großgefäßen sowie flexiblen Angebotsformen vernetzt werden. Für die Nutzer/innen muss die Kombination der Mobilitätsdienste einfach sein. Die Unterscheidung zwischen «privat» und «öffentlich» erodiert, der Individualverkehr ist nicht mehr länger an das Eigentum an einem Verkehrsgerät gebunden. Auf lange Sicht sind bei der Zahl der Fahrzeuge erhebliche Reduktionspotenziale vorstellbar: Wenn Fahrzeugflotten durch die Entwicklung digitaler Steuerungs- und Dispositionssysteme in städtischen Räumen als Teil des Nahverkehrs integriert werden, dann kann die Zahl der notwendigen Fahrzeuge sogar bis auf 50 Einheiten pro 1000 Einwohner/innen abgesenkt werden (vgl. ITF 2017).

Das skizzierte Zielbild einer effizienten und vernetzten Mobilität ist vor allem auf die Stadt bezogen. Dort stehen eine bessere Luft, weniger Lärm und mehr Flächengerechtigkeit im Fokus. Mehr Flächengerechtigkeit heißt vor allem, mehr Platz für die aktive Mobilität auf Kosten des Autos zu schaffen (vgl. zum Flächenbedarf der verschiedenen Verkehrsmittel Randelhoff 2015, zum ruhenden Verkehr FGM/AMOR 2015). Auf dem Land hingegen liegt der Schwerpunkt eines künftigen nachhaltigen Verkehrs etwas anders. Das Auto selbst wird hier auch in Zukunft wichtig bleiben. Jedoch kann auch auf dem Land zukünftig eine hohe Mobilität mit weniger Fahrzeugen und weniger negativen Externalitäten umgesetzt werden. Der Schlüssel dazu liegt in der Elektrifizierung der Antriebe, in der Entwicklung eines intelligenten öffentlichen Verkehrsangebots unter Nutzung der Chancen von automatisierten Fahrzeugen und in der konsequenten Erschließung der Kapazitäten der privaten Pkw für ein multioptionales Verkehrsangebot.

Elektromobilität ist angesichts des Preisverfalls von PV-Modulen eine lohnende Option sowohl für sogenannte Prosument/innen als auch für «Erneuerbare-Energien-Erzeuger-Gemeinschaften» (vgl. Canzler/Knie 2016: 45–58). Der weitere dezentrale Ausbau der erneuerbaren Energien ist dafür jedoch eine entscheidende Vorbedingung. Darüber hinaus sind aber zusätzliche Flexibilitätsoptionen im Verkehr selbst nötig. Eine intermodale Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsmittel kann sich im ländlichen Raum am aus der Luftfahrt bekannten «Hub-and-spoke-Konzept» orientieren. Das bedeutet konkret: E-Autos werden als «Zubringer» zum nächsten größeren Verkehrsknotenpunkt genutzt, die Fahrt kann dann mit einem schienengebundenen Verkehrsmittel fortgesetzt werden

(vgl. Canzler/Knie 2016: 83–86). Dazu müssen selbstredend die Verbindungen zu und zwischen den Hubs und Spokes deutlich verbessert werden.

Zum Zielbild einer nachhaltigen Mobilität auf dem Land gehören neben der Elektrifizierung der Fahrzeuge und der Einführung eines «Hub-and-spoke-Systems» vor allem aber auch neue effiziente Angebote des «Teilens» von Transportkapazitäten, die den bisherigen motorisierten Individualverkehr mit privaten Autos ablösen. Mittels digitaler Plattformen können Sitzplätze angeboten, gebucht und abgerechnet werden. Der Betrieb solcher Plattformen sollte wie auch in der Stadt von einem Aufgabenträger organisiert werden, die Angebote selbst sollten unter definierten Rahmenbedingungen aber frei wählbar sein und ausreichend Anreize zur Bereitstellung geben (vgl. Knie/Ruhrort 2019).

Ein in Deutschland bislang wenig diskutiertes verkehrspolitisches Steuerungsinstrument sind Straßennutzungsgebühren. Diese oft als «Maut» bezeichneten Abgaben sind seit vielen Jahren in skandinavischen Städten Alltag. Durch differenzierte Straßennutzungsgebühren könnten gezielt Fahrzeuge im Sharing-Modus begünstigt werden. Wer zum Beispiel als Pendler auf dem Weg in die Stadt zwei weitere Pendler/innen mitnimmt, zahlt weniger Gebühren auf den staubelasteten Straßen.

Der Verkehr der Zukunft öffnet die vorhandene Fahrzeugflotte für kollektive Nutzungen und schafft durch eine intermodale Verknüpfung mit Bussen und Bahnen mehr Kapazitäten und flexiblere Zugänge. Je höher der Automatisierungsgrad, umso mehr Optionen entstehen bei der intelligenten Disposition: Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen.

3 Chancen für den öffentlichen Verkehr

Die entscheidenden Weichenstellungen dafür, dass automatisiertes Fahren zur Erreichung dieser Ziele beiträgt, können und müssen heute beginnen. Die Grundsätze einer sinnvollen ermöglichenden Regulierung zeichnen sich ab. Ein wichtiger Auslöser der beginnenden Diskussion um die Rahmenbedingungen des Verkehrs sind dabei neue On-Demand-Verkehrsangebote, die von verschiedenen Anbietern aktuell entwickelt werden. Trotz vieler Unterschiede haben Uber, MOIA, CleverShuttle oder ViaVan eines gemeinsam: Sie nutzen die digitalen Möglichkeiten, um Fahrzeugflotten flexibel zu disponieren und Fahrtwünsche on demand in Echtzeit ohne Fahrplan zu erfüllen. Sie können als Vorläufer von zukünftig möglichen vollflexiblen autonomen Flotten verstanden werden. Diese autonomen Flotten haben das Vermögen, durch hohe Flexibilität und hohen Bedienkomfort potenziell einen Großteil des privaten Autoverkehrs in den Städten zu ersetzen. Entscheidend ist dabei das Zusammenspiel der On-Demand-Angebote mit dem klassischen Linienverkehr. Eine ermöglichende Regulierung muss dafür sorgen, dass die On-Demand-Angebote den öffentlichen Verkehr sinnvoll ergänzen statt diesen zu schwächen. Dies kann durch eine intelligente Weiterentwicklung des bestehenden Rechtsrahmens erreicht werden.

Perspektivisch wird es darauf ankommen, dass die digitalen Sammelbeförderungsangebote mit dem Ziel eines integrierten öffentlichen Mobilitätsangebotes orchestriert werden. Der Aufgabenträger kommt in die Rolle des Orchestrators, er kann über den Weg der Lizenzierung sowohl für eine Versorgung randständiger Erschließungsgebiete als auch beispielsweise für den Einsatz von Nullemissionsfahrzeugen sorgen. Der Aufgabenträger hat schließlich ein hohes Interesse an einer optimalen Kombination der flexiblen und der klassischen Angebote im öffentlichen Verkehr. Die oft geäußerte Furcht vor der «Kannibalisierung des klassischen ÖVs» ist dann obsolet.

3.1 Mehr Platz für effiziente Sammelverkehre

Eine weitere entscheidende Weichenstellung betrifft die Neuaufteilung öffentlicher Räume zugunsten der effizientesten und ökologisch verträglichsten Verkehrsmittel. Wenn der Großteil öffentlicher Räume den effizientesten Verkehrsmitteln zugesprochen wird, werden diese attraktiver als der private Pkw. Die somit wachsende Nachfrage nach öffentlichen Verkehrsangeboten kann dann sowohl mit klassischen Linienverkehren als auch mit On-Demand-Angeboten in vielfältigen Preis- und Qualitätsstufen befriedigt werden.

Die Vorteile automatisiert fahrender Shuttles gegenüber dem konventionellen Bus liegen darin, dass sie wesentlich flexibler eingesetzt werden können und gegenüber topografischen und infrastrukturellen Bedingungen viel anpassungsfähiger sind. Der typische Einsatzbereich

liegt in der Anbindung an Haltepunkte und Bahnhöfe (Hubs), sie bedienen Siedlungen, aber auch Gewerbegebiete, Krankenhäuser oder (Hoch-)Schulen im On-Demand-Modus (Spoke). Die Transportmengen sind aufgrund der begrenzten Platzkapazitäten zwar eingeschränkt, dafür ist aber die Flexibilität in den Bedienungsformen und -zeiten deutlich größer als bei konventionellen Bussen. Selbst klassische Linienbedienungen lassen sich in Schwachlastzeiten durch solche Shuttlesysteme betreiben (vgl. Hunsicker et al. 2017).

Von einem Regelbetrieb sind die bisher (teil-)automatisiert fahrenden Shuttles allerdings weit entfernt, viele technische und betriebliche Fragen sind noch zu klären. Zurzeit besteht eine erhebliche Lücke zwischen dem erreichten technischen Standard und einem robusten Serienbetrieb, dringend erwünschte Skaleneffekte sind noch nicht zu erzielen.

3.2 Und die Kosten?

Aus der Perspektive einer Verkehrswende bieten automatisierte Fahrzeuge perspektiv entscheidende Vorteile: Selbstfahrende Fahrzeuge könnten dazu beitragen, das öffentliche Verkehrsangebot zukünftig zu einem hochattraktiven und effizienten Gesamtsystem weiterzuentwickeln, in dem klassische Linienverkehre mit vielfältigen On-Demand-Angeboten ergänzt und verdichtet werden. Dieser Entwicklungspfad wird auch dadurch möglich, dass automatisierte Fahrzeuge ohne Fahrer auskommen und dadurch kostengünstiger bereitgestellt werden können – auch in Gebieten oder zu Zeiten, in denen eine klassische Linienbedienung mit Fahrer/in bisher wirtschaftlich nicht dargestellt werden kann.

Auf der Grundlage der vorliegenden Studien kann näherungsweise davon ausgegangen werden, dass ein System von vollautonomen Shuttles es ermöglichen würde, den Bestand von Fahrzeugen in den Städten auf rund 50 Fahrzeuge pro 1000 Einwohner zu reduzieren. Das würde nur noch ein Zehntel des bisherigen Automobilbestandes bedeuten (vgl. ITF 2015, 2017, 2018). Wenn man jedoch der Logik folgt, dass die Bereitstellung von Verkehrsangeboten mit automatisiert fahrenden Fahrzeugen wesentlich effizienter erfolgt und die angebotenen Kapazitäten genau getaktet und gleichsam portioniert werden können, ist trotz vieler Unsicherheiten dennoch von einer dramatischen Senkung der Verkehrsgerätschaften auszugehen.

3.3 Flexibilisierung des Straßenverkehrsrechts: Regulatorische Experimentierräume

Die entscheidende Stellschraube, um die Potenziale von On-Demand-Diensten mit oder ohne Fahrer für einen effizienten und ressourcenschonenden Verkehr insbesondere in den Städten und Agglomerationsräumen zu nutzen, ist die Schaffung eines intelligenten regulatorischen Rahmens. Dieser muss vor allem mit gewährleisten, dass On-Demand-Angebote

und der liniengebundene Verkehr optimal zusammenspielen. Er muss dazu beitragen, dass die Bündelung von vielen Wegen auf zentralen Achsen erhalten bleibt – auch wenn zugleich in zunehmendem Maße attraktive und komfortable On-Demand-Angebote geschaffen werden. Eine Transformation zu einem intelligenten Gesamtsystem gelingt nur dann, wenn die Städte Maßnahmen ergreifen, um die neuen Angebote gegenüber dem privaten Pkw-Verkehr zu bevorzugen. So müssen beispielsweise Parkflächen, die rein rechnerisch durch die neuen Angebote frei werden, aktiv umgewidmet und für neue Nutzungen zur Verfügung gestellt werden. Ohne eine solche Maßnahme wird der private Pkw beim Roll-Out der On-Demand-Dienste eher attraktiver, weil mehr Parkplätze für weniger Autos da sind. Genauso muss der Roll-Out eines On-Demand-Angebots davon begleitet sein, dass der private Pkw-Verkehr zum Beispiel aus den Innenstadtbereichen herausgehalten oder zumindest der Straßenraum für dessen Nutzung reduziert wird. Dies gilt unabhängig davon, ob von On-Demand-Diensten mit oder ohne Fahrer/in ausgegangen wird.

Gebraucht werden daher umfassende Lösungen. Regulatorische Experimentierräume könnten die Chancen für neue verkehrsplanerische Lösungen und Mobilitätsangebote bieten und ein fester Bestandteil der Planungs- und Verwaltungspraxis im Verkehr werden. Für die Verwaltung ist es dabei wichtig, dass auch unter der Bedingung temporärer Umsetzung von Maßnahmen Rechtssicherheit besteht. Dazu kann schon heute die sogenannte Experimentierklausel in der Straßenverkehrsordnung bzw. im Personenbeförderungsgesetz (PBefG) genutzt werden, wie sie beispielsweise in «Freiräume für Innovationen. Handbuch für Reallabore», das vom Bundeswirtschaftsministerium herausgegeben wurde (Juli 2019), skizziert ist. Diese und andere Klauseln sollten aber rechtlich gestärkt und weiter ausgebaut werden, indem explizit auf die Erprobung von Maßnahmen zur Erreichung von Zielen einer nachhaltigen Verkehrsentwicklung verwiesen wird und diese in einem eigenen bundesweiten Rechtsrahmen zur Einführung temporärer Verkehrsmaßnahmen abgesichert werden.

Der Rechtsrahmen ist aber nur ein Teil der notwendigen Reformarbeit. Es mangelt ja auch an einer Experimentierkultur. Die Unternehmen sind auf die operative Bereitstellung von Bussen und Schienenfahrzeugen fixiert und nicht darauf ausgelegt, Neues auszuprobieren (Canzler/Knie 2016). Als eine erste Maßnahme, dem entgegenzuwirken, könnte das Bundesverkehrsministerium gemeinsam mit dem Bundesforschungsministerium mehrere Innovations- und Kompetenzzentren für digitale Verkehrssysteme einrichten und Innovationswettbewerbe ausschreiben, damit Schienen- und Bushersteller gemeinsam mit Betreibern sowie Zulieferern und Forschungseinrichtungen abseits des Regelbetriebes innovative Systeme entwickeln und erproben können. Hierin ließen sich die bisher in verschiedenen Programmen und Ministerien untergebrachten Förderprogramme bündeln und so Synergien erzielen.

Entscheidend ist, dass der Zugang für die Betreiber niederschwellig möglich ist und insbesondere Anwendungsszenarien im öffentlichen Raum mit Kommunen und anderen

Gebietskörperschaften getestet werden. Die zentrale Frage wird darüber hinaus sein, ob und wie es den mehrheitlich kommunalen Verkehrsunternehmen gelingt, die notwendige «Trial-and-error-Kultur» zu entwickeln. Wahrscheinlich wird dies im engen Korsett eines ÖPNV-Unternehmens nicht oder nur schwer gelingen. Denkbar wären neue Partnerschaften mit privaten Technologieunternehmen, wie sie in Hamburg und Berlin zurzeit von Hochbahn und BVG betrieben werden. Notwendig sind dabei transparente Bedingungen der Kooperation und das Einlassen auf gemeinsame Zielstellungen.

So können Öffentlichkeit geschaffen, die unterschiedlichen Technologiestufen durchlaufen sowie notwendige Sensibilitäten und Beteiligungen erreicht werden. Dabei sollten verschiedene Kommunen und Räume als Testfelder ausgewählt und alle Akteure in interaktiver Weise einbezogen werden.

3.4 Bereitschaft zur Veränderung ist da

Bei der Frage nach dem Segen oder Fluch autonomer Fahrzeuge geht es also um weit mehr als nur ein neues Verkehrsmittel. Sie ist letztlich die Frage nach der Modernisierungsfähigkeit der Verkehrswirtschaft im Ganzen. Im Mittelpunkt steht dabei die deutsche Automobilbranche, die von der bisherigen Fixierung auf das private Automobil enorm profitiert hat. Generell veränderte Einstellungen zum Auto, der Zwang zur Elektrifizierung des Antriebsstranges sowie nicht zuletzt die Vision autonomer Flotten setzen die Branche allerdings immens unter Druck. Sie tut sich schwer, den Paradigmenwechsel vom Fahrzeughersteller zum Mobilitätsdienstleister zu schaffen.

Auch die auf das Auto fixierten Autofahrerinnen und Autofahrer galten lange als wenig veränderungsbereit. Es gibt jedoch vermehrt Hinweise darauf, dass die Gesellschaft in großen Teilen bereit für einen Wandel des Verkehrs ist (vgl. u. a. BMU/UBA 2019 und Andor et al. 2019). Viele Menschen wünschen sich neue Formen nachhaltiger Mobilität – in der Stadt und auf dem Land. Gleichzeitig sind mit dem mobilen Internet und automatisierten Flotten Technologien verfügbar, die ein hohes Maß an Mobilität mit weniger Fahrzeugen erlauben. Allerdings muss dafür politisch der Hebel umgelegt werden. Der bestehende Regulierungsrahmen ist für die Ermöglichung dieser neuen Optionen nicht gemacht, weil er dem Bestehenden verpflichtet ist. Ein intelligenter neuer Regulierungsrahmen ist nötig. Wie dieser aber aussehen soll, muss Schritt für Schritt erprobt und entwickelt werden. Um dies realisierbar zu machen, könnte ein «Gesetz zur Einrichtung von Experimentierräumen» helfen. Dies würde vor allem die Kommunen in die Lage versetzen, proaktiv mit den neuen Mobilitätsangeboten zu experimentieren und probeweise öffentliche Räume neu aufzuteilen. Das neue Gesetz muss ihnen dabei die Rechtssicherheit geben, die sie brauchen, um den Weg in eine neue, vielfältigere Mobilitätszukunft einschlagen zu können.

4 Fazit

Mit einem hochintegrierten intermodalen öffentlichen Verkehr ist in Zukunft die (individuelle) Mobilität sogar mit viel weniger Fahrzeugen zu gewährleisten. Durch einen Mix aus Groß- und Kleinfahrzeugen, aus spurgeführten und getakteten sowie flexiblen On-Demand-Verkehren könnte die Zahl der Straßenfahrzeuge zur Abwicklung sämtlicher Personenkilometer in den Städten – und auch auf dem Land – drastisch sinken. Gegenüber konventionellen Bussystemen können automatisch fahrende Shuttles die Kosten des operativen Betriebes erheblich senken. Im Ergebnis bedeutet dies, dass mit automatisierten Fahrzeugflotten der Verkehr in Zukunft verlässlicher, sozial ausgewogener, leistungsfähiger und vor allen Dingen mit einem geringeren Ressourceneinsatz gestaltet werden kann.

Allerdings fällt eine solche im Sinne der Verkehrswende wünschbare Zukunft nicht vom Himmel. Es braucht dafür vielmehr eine Umstellung der bisher sehr restriktiven auf eine «ermöglichende Regulierung», um in einem ersten Schritt automatisierte Shuttles als ein neues Element eines künftigen öffentlichen Verkehrs zu etablieren. Gleichzeitig sollte ein neu zu schaffender Regulierungsrahmen die heute schon entstehenden On-Demand-Verkehre ermöglichen und den Weg dafür freimachen, deren optimale Verknüpfung mit dem klassischen ÖPNV zu erproben. Diese neuen Angebote operieren heute noch mit Fahrern. Sie sind aber als Vorläufer autonomer Fahrzeugflotten zu verstehen, die in Zukunft möglich werden. Mit diesen neuen Angebotsformen im Zusammenspiel mit dem klassischen Umweltverbund erscheint es perspektivisch möglich, in einem definierten Bediengebiet eine wirkliche Alternative zum privaten Pkw zu kreieren. Voraussetzung ist jedoch, dass die Kapazitäten der öffentlichen Verkehrsangebote massiv ausgeweitet werden und ein erheblicher Teil davon im digitalen On-Demand-Modus bedient werden kann.

Ein völlig neu aufgestellter und flexiblerer öffentlicher Verkehr ist damit verbunden, dass sich die bisherigen Zuständigkeiten und Branchengrenzen verschieben und die Organisation des gesamten Verkehrs als eine öffentliche Regieaufgabe begriffen werden muss. Eine Voraussetzung hierfür ist eine Stärkung des Aufgabenträgers zu einer kommunalen Regie- und Orchestrierungsinstanz. Ebenso ist es offensichtlich, dass für einen nachhaltigen Verkehr weder die bisherige Aufteilung des öffentlichen Raumes noch die Organisation und Finanzierung des Verkehrs, insbesondere des öffentlichen Verkehrs, beibehalten werden können. Die bisherige Dominanz privater Fahrzeuge im öffentlichen Raum gerade in der Stadt ist zurückzudrängen.

Damit die Betreiber öffentlicher Verkehrssysteme in dem begonnenen Technologiewettbewerb überhaupt eine Rolle spielen, müssen sie erst noch ertüchtigt werden. Dafür brauchen sie nicht zuletzt verlässliche rechtliche Rahmenbedingungen. Von zentraler Bedeutung ist daher, bereits jetzt die Weichen zu stellen und auf Bundesebene in der Straßenverkehrsordnung (StVO), der Straßenverkehrszulassungsverordnung (StVZO) und beim

Personenbeförderungsgesetz (PBefG) entsprechende Anpassungen vorzunehmen, um nicht nur einseitig die Interessen der Automobilhersteller zu bedienen, sondern auch den bisher disparaten Zulassungsprozess für automatisierte Shuttles zu standardisieren und Kommunen in die Lage zu versetzen, Gebiete und Strecken für (teil-)automatische Fahrzeuge auszuweisen.

Um gleichzeitig den möglichen Transformationsprozess zu einem attraktiven öffentlichen Verkehrsangebot unter Einschluss flexibler automatisierter Fahrzeuge rechtlich abzusichern, wird vorgeschlagen, übergangsweise ein «Gesetz zur Einrichtung regulatorischer Experimentierräume für digitale Systeme im Verkehr» auf den Weg zu bringen, in dem die vorhandenen Experimentierklauseln temporär in transparenter und revidierbarer Weise eingebracht werden. Damit kann auf kommunaler Ebene ein gerichtsfestes Verwaltungshandeln bei der Einrichtung von Probefetrieben und Experimentierräumen gewahrt werden. Die öffentlichen Verkehrsunternehmen müssen darüber hinaus finanziell und strukturell in die Lage versetzt werden, Forschung und Entwicklung betreiben zu können. Dazu ist die bisherige Ausschreibungspraxis bei der Bestellung von Verkehrsleistungen abzuändern und zusätzlich mindestens ein Prozent der Bestellsumme als Innovationsfonds auszuweisen. Anzuregen ist darüber hinaus, dass der Bund mehrere «Innovations- und Kompetenzzentren für digitale Verkehrssysteme» einrichtet, in denen Wissenschaft, Betreiber und Nutzer/innen gemeinsam neue Systeme erproben.

Literaturverzeichnis

- Agora Verkehrswende (2017): Mit der Verkehrswende die Mobilität von morgen sichern. 12 Thesen zur Verkehrswende. Berlin. www.agora-verkehrswende.de/12-thesen, 3.9.2019.
- Agora Verkehrswende (2018): Öffentlicher Raum ist mehr wert. Ein Rechtsgutachten zu den Handlungsspielräumen in Kommunen, Berlin. www.agora-verkehrswende.de/veroeffentlichungen/oeffentlicher-raum-ist-mehr-wert-2, 3.9.2019.
- Andor, Mark A.; Frondel, Manuel; Horvath, Marco; Larysch, Tobias; Ruhrort, Lisa (2019): Präferenzen und Einstellungen zu vieldiskutierten verkehrspolitischen Maßnahmen: Ergebnisse einer Erhebung aus dem Jahr 2018. *RWI-Materialien*, Heft 131, Essen. www.rwi-essen.de/media/content/pages/publikationen/rwi-materialien/rwi-materialien_131.pdf, 3.9.2019.
- BCS (Bundesverband Carsharing) (2019): Pressemeldung «Carsharing in Deutschland weiter auf Wachstumskurs». www.carsharing.de/carsharing-deutschland-weiter-auf-wachstumskurs, 3.9.2019.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit) (2016): Klimaschutzplan. Berlin. www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf, 3.9.2019.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit)/UBA (Umweltbundesamt) (2019): Umweltbewusstsein in Deutschland 2018. Ergebnisse einer repräsentativen Bevölkerungsumfrage. Berlin/Dessau. www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/ubs2018_-_m_3.3_basisdatenbroschuere_barrierefrei-02_cps_bf.pdf, 9.9.2019.
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur) (2018): Mobilität in Deutschland – MiD. Ergebnisbericht. Bonn. www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Anlage/G/mid-ergebnisbericht.pdf?__blob=publicationFile, 3.9.2019.
- BMVI (Bundesministerium für Verkehr und Digitale Infrastruktur) (2019): Automatisiertes und vernetztes Fahren. www.bmvi.de/DE/Themen/Digitales/Automatisiertes-und-vernetztes-Fahren/automatisiertes-und-vernetztes-fahren.html, 3.9.2019.
- BMWI (Bundesministerium für Wirtschaft und Energie) (2019): Freiräume für Innovationen. Das Handbuch für Reallabore. Berlin.
- Canzler, Weert; Knie, Andreas (2016): Die digitale Mobilitätsrevolution. Vom Ende des Verkehrs, wie wir ihn kannten. München: oekon.
- Canzler, Weert; Knie, Andreas; Ruhrort, Lisa; Scherf, Christian (2018): Erloschene Liebe? Das Auto in der Verkehrswende. Bielefeld: transcript.

- Canzler, Weert; Knie, Andreas; Ruhrort, Lisa (2019): Autonome Flotten. Mehr Mobilität mit weniger Fahrzeugen. München (i.E.).
- Croci, Edoardo (2016): Urban Road Pricing: A Comparative Study on the Experiences of London, Stockholm and Milan. In: *Transportation Research Procedia* 14: 253–262. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S235214651630062X, 6.9.2019.
- Daimler (2019): Entwicklungskooperation für automatisiertes Fahren. www.daimler.com/investoren/berichte-news/finanznachrichten/20190704-bmw-daimler.html, 3.9.2019.
- Dangschat, Jens S. (2017): Automatisierter Verkehr – was kommt da auf uns zu? In: *Zeitschrift für Politikwissenschaft* 27 (4): 493–507 (doi.org/10.1007/s41358-017-0118-8; 03.09.2019).
- DB AG (2018): Optionen des Ridesharings. Internes Papier.
- Deutscher Städtetag (2018): Nachhaltige städtische Mobilität für alle. Agenda für eine Verkehrswende aus kommunaler Sicht. Positionspapier des Deutschen Städtetages. Berlin, Köln. www.staedtetag.de/imperia/md/content/dst/veroeffentlichungen/mat/positionspapier-nachhaltige-staedtische-mobilitaet.pdf, 3.9.2019.
- Ellner, Maximilian; Schumacher, Oskar; Hartwig, Matthias (2018): Pre-study Report on Legal Determinants for Innovative Rural Mobility Solutions, Berlin. www.mamba-project.eu/wp-content/uploads/2018/08/GoA_2.4_Legal-pre-study_IKEM.pdf, 3.9.2019.
- ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council) (2015): Automated Driving Roadmap, Brüssel. www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id38/ERTRAC_Automated-Driving-2015.pdf, 3.9.2019.
- ERTRAC (European Road Transport Research Advisory Council) (2017): Automated Driving Roadmap Updated. Brüssel. www.ertrac.org/uploads/documentsearch/id48/ERTRAC_Automated_Driving_2017.pdf, 3.9.2019.
- Ethik-Kommission Automatisiertes und vernetztes Fahren (2017): Bericht, Juni 2017, Berlin. www.bmvi.de/SharedDocs/DE/Publikationen/DG/bericht-der-ethik-kommission.pdf?__blob=publicationFile, 3.9.2019.
- Europäische Kommission (2011): Fahrplan zu einem einheitlichen europäischen Verkehrsraum – hin zu einem wettbewerbsorientierten und ressourcenschonenden Verkehrssystem, Brüssel, www.eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52011DC0144&from=EN, 3.9.2019.
- FGM (Forschungsgruppe Mobilität); AMOR (Austrian Mobility Research) (2015): Push Pull. 16 gute Gründe für Parkraumbewirtschaftung. Graz. www.push-pull-parking.eu/index.php?id=15, 3.9.2019.

- flinc GmbH (2016): Erneuerung der städtischen Mobilität. Wie kann ein Shuttle-System den kompletten motorisierten Individualverkehr in Hamburg ersetzen? www.flott-shuttle.de/flinc-Studie-Mobilitaet-Hamburg_2016-11.pdf, 3.9.2019.
- Freudendahl-Pedersen, Malene; Kesselring, Sven; Servou, Eriketti (2019): What is Smart for the Future City? Mobilities and Automation. In: *Sustainability* 11 (1), Art. 221. www.mdpi.com/2071-1050/11/1/221/pdf, 3.9.2019.
- Fry, Hannah (2019): Hello World. Was Algorithmen können und wie sie unser Leben verändern. München: C. H. Beck.
- Harrison, Pete (2017): Low-carbon Cars in Germany. A Summary of Socio-economic Impacts. Cambridge. www.camecon.com/wp-content/uploads/2017/10/Low-carbon-cars-in-Germany-Final-Technical-Report.pdf, 3.9.2019.
- Hoeren, Thomas (2018): Ein Treuhandmodell für Autodaten? Der § 63a StVG und die Datenverarbeitung bei Kraftfahrzeugen mit hoch- oder vollautomatisierter Fahrfunktion. In: *Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht* 4, S. 153–156. www.itm.nrw/wp-content/uploads/Thomas-Hoeren_%c2%a7-63a-StVG-und-die-Datenverarbeitung-bei-Kraftfahrzeugen-mit-hoch-oder-vollautomatisierter-Fahrfunktion.pdf, 3.9.2019.
- Hunsicker, Frank; Knie, Andreas (2019): Antrag für einen Testbetrieb in Südwestfalen, Berlin, Siegen (unveröffentlichtes Manuskript).
- Hunsicker, Frank; Knie, Andreas; Lobenberg, G.; Lohrmann, Dietrich; Meier, Ulrike; Nordhoff, Stefan; Pfeiffer, Stefan (2017): Pilotbetrieb mit autonomen Shuttles auf dem Berliner EUREF-Campus. Erfahrungsbericht vom ersten Testfeld zur integrierten urbanen Mobilität der Zukunft. In: *Internationales Verkehrswesen* 69 (3): 56–59.
- ICCT (International Council on Clean Transportation) (2019): From Laboratory to Road. A 2018 Update of Official and «Real-world» Fuel Consumption and CO₂ Values for Passenger Cars in Europe. www.theicct.org/sites/default/files/publications/Lab_to_Road_2018_fv_20190110.pdf. 3.9.2019.
- ISI (Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung) (2019): Energie- und Treibhausgaswirkungen des automatisierten und vernetzten Fahrens im Straßenverkehr. Beitrag zur wissenschaftlichen Beratung des BMVI zur Mobilitäts- und Kraftstoffstrategie. Karlsruhe. www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccn/2019/energie-treibhausgaswirkungen-vernetztes-fahren.pdf, 3.9.2019.
- ISV (Institut für Straßen- und Verkehrswesen an der Universität Stuttgart) (2016): Megafon – Modellergebnisse geteilter autonomer Fahrzeugflotten des öffentlichen Nahverkehrs. Schlussbericht. www.isv.uni-stuttgart.de/vuv/publikationen/downloads/MEGAFON_Abschlussbericht_V028_20161212.pdf, 3.9.2019.
- ITF (International Transport Forum) (2015): Urban Mobility System Upgrade. How Shared Self-driving Cars Could Change City Traffic, Paris.

- ITF (International Transport Forum) (2017): Shared Mobility. Innovation for Liveable Cities. www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-liveable-cities.pdf, 3.9.2019.
- ITF (International Transport Forum) (2018): Shared Mobility. Simulations for Dublin. www.itf-oecd.org/sites/default/files/docs/shared-mobility-simulations-dublin.pdf, 3.9.2019.
- Jittrapirom, Peraphan; Caiati, Valeria; Feneri, Anna-Maria; Ebrahimigharehbaghi, Shima; Alonso González, María J.; Narayan, Jishnu (2017): Mobility as a Service. A Critical Review of Definitions, Assessments of Schemes, and Key Challenges. In: *Urban Planning* 2 (2), S. 13–25. www.researchgate.net/publication/318208676_Mobility_as_a_Service_A_Critical_Review_of_Definitions_Assessments_of_Schemes_and_Key_Challenges, 3.9.2019.
- KCW (2018): Wie kann ein umweltorientiertes Recht der Personenbeförderung aussehen? Vortrag von Lea Reglin beim Fachgespräch des Umweltbundesamts «Wie kann das Nachhaltigkeitspotenzial des ÖPNV ausgeschöpft werden? – Entwicklung eines umweltorientierten Rechts der Personenbeförderung» in Berlin am 21. September.
- Knie, Andreas (1997): Eigenraum und Eigenzeit: Zur Dialektik von Mobilität und Verkehr. In: *Soziale Welt* 47 (1): 39–55.
- Knie, Andreas (2019): Heimliche Revolution auf den Straßen. In: *Tagesspiegel Background*. Mobilität & Transport, 26. Februar.
- Knie, Andreas; Epp, J. (2019): Rügen – von der Insel für die Insel. Die Energie- und Verkehrswende als zellulärer Ansatz. Unveröffentlichtes Manuskript.
- Knie, Andreas; Ruhrort, Lisa (2019): Die Neuordnung des öffentlichen Verkehrs. Grundsätze für eine neue zukunftsorientierte Regulierung im Personenbeförderungsgesetz (PBefG). Diskussionspapier. www.klimareporter.de/images/dokumente/2019/05/PBefG_Mai2019.pdf, 3.9.2019.
- Klenke, Dietmar. (1995): «Freier Stau für freie Bürger». Die Geschichte der bundesdeutschen Verkehrspolitik. Darmstadt: Wbg Academic.
- KBA (Kraftfahrt-Bundesamt) (2018): Jahresbilanz der Neuzulassungen. Flensburg. www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Neuzulassungen/n_jahresbilanz.html, 3.9.2019.
- Leich, Gregor; Bischoff, Joschka (2018): Should Autonomous Shared Taxis Replace Buses? A Simulation Study. Conference Contribution. In: Conference Proceedings to be Published in *Transportation Research Procedia*, svn.vsp.tu-berlin.de/repos/public-svn/publications/vspwp/2018/18-05/LeichBischoff2018DRTLlastMileHeiligensee.pdf, 3.9.2019.
- Lim, Hannah (2018): Autonomous Vehicles and the Law: Technology, Algorithms, and Ethics, Cheltenham: Edward Elgar Pub.

- Litman, Todd (2018): Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning. Victoria Transport Policy Institute. www.vtpi.org/avip.pdf, 3.9.2019.
- Maurer, Markus; Gerdes, J. Christian; Lenz, Barbara; Winner, Hermann (2015): Autonomes Fahren. Technische, rechtliche und gesellschaftliche Aspekte, Heidelberg. www.daimler-benz-stiftung.de/cms/forschung/autonomes-fahren-villa-ladenburg/320-autonomes-fahren-technische-rechtliche-und-gesellschaftliche-aspekte.html, 3.9.2019.
- Morgan, Phil et al. (2017): Handover Issues in Autonomous Driving: A Literature Review, Bristol. eprints.uwe.ac.uk/29167/1/Venturer_WP5.2Lit%20ReviewHandover.pdf, 3.9.2019.
- Minx, Eckard; Dietrich, R. (2015): Autonomes Fahren: Wo wir heute stehen und was noch zu tun ist, Ladenburg/Berlin.
- Nagel, Kai; Bischoff, Joschka; Leich, Gregor; Maciejewski, Michał (2018): Simulationsbasierte Analyse der Wirkungen von Flotten autonomer Fahrzeuge auf städtischen Verkehr, VSP Working Paper 18-06 (svn.vsp.tu-berlin.de/repos/public-svn/publications/vspwp/2018/18-06/NagelEtcFlottenAutonomerFahrzeuge-2018-05-16.pdf), 03.09.2019).
- Nordhoff, Sina; de Winter, Joost; Kyriakidis, Miltos; von Arem, Bart; Happee, Rinder (2018). Acceptance of Driverless Vehicles: Results from a Large Cross-national Questionnaire Study. In: Advanced Journal of Transportation, Art. 538219.
- Notz, Jos Nino (2017): Die Privatisierung öffentlichen Raums durch parkende KFZ. Von der Tragödie einer Allmende – über Ursache, Wirkung und Legitimation einer gemeinwohlschädigenden Regulierungspraxis. TU Berlin Discussion Paper 2017 (1). www.ivp.tu-berlin.de/fileadmin/fg93/Dokumente/Discussion_Paper/DP10_Notz_Privatisierung_%C3%B6ffentlichen_Raums_durch_parkende_Kfz.pdf, 3.9.2019.
- NZZ (Neue Zürcher Zeitung) (7.6.2019): «Es werden mehr Autos als heute unterwegs sein». Interview mit Kay Axhausen, Ausgabe 7. Juni, S. 17i.
- Rammler, Stephan (2017): Volk ohne Wagen. Streitschrift für eine neue Mobilität, Frankfurt am Main: S. Fischer.
- Randelhoff, Martin (2015): Vergleich unterschiedlicher Flächeninanspruchnahmen nach Verkehrsarten (pro Person). www.zukunft-mobilitaet.net/78246/analyse/flaechenbedarf-Pkw-fahrrad-bus-strassenbahn-stadtbahn-fussgaenger-metro-brems-verzoegerung-vergleich, 3.9.2019.
- Rechtin, Mark (2018): Tapping the Brakes: Why the Autonomous-Car Society is Still Decades Away. www.motortrend.com/news/tapping-the-brakes-why-the-autonomous-car-society-is-still-decades-away-reference-mark, 3.9.2019.
- Rodier, Caroline (2018): The Effects of Ride Hailing Services on Travel and Associated Greenhouse Gas Emissions (ncst.ucdavis.edu/wp-content/uploads/2016/07/

[NCST-T0-028-Rodier_Shared-Use-Mobility-White-Paper_APRIL-2018.pdf](#)), 3.9.2019.

- Rühle, Alex (2019): Macht Platz!, in: *Süddeutsche Zeitung*, 22./23. Juni.
- Ruhrort, Lisa (2019): Transformation im Verkehr. Erfolgsbedingungen verkehrspolitischer Maßnahmen. Wiesbaden: Springer VS.
- SAE International (2018): New SAE International Standard J3016. www.sae.org/news/press-room/2018/12/sae-international-releases-updated-visual-chart-for-its-%E2%80%9Clevels-of-driving-automation%E2%80%9D-standard-for-self-driving-vehicles, 3.9.2019.
- Schaller, Bruce (2018): The New Automobility: Lyft, Uber and the Future of American Cities. www.schallerconsult.com/rideservices/automobility.pdf, 3.9.2019.
- Schönduwe, Robert; Lanzendorf, Martin (2014): Mobilitätsverhalten von Heranwachsenden und Möglichkeiten zur Bindung an den ÖPNV. Eine Synthese des Forschungsstandes von deutschsprachiger und internationaler Forschungsliteratur. *Arbeitspapiere zur Mobilitätsforschung* Nr. 1, Frankfurt am Main.
- Sonderegger Roger; Frölicher, Jonas; Imhof, Sebastian; Steiger, Flavio; von Arx, Widar (2018): Selbstfahrende Fahrzeuge im öffentlichen Verkehr. Neue Geschäftsmodelle für die SBB im ländlichen Raum? <https://imp-sbb-lab.unisg.ch/-/media/dateien/instituteundcenters/sbblab/publikationen-sbb-ff/81-schlussbericht-sonderegger-hsluinfaskcwselbstfahrende-fahrzeuge-im-ffentlichen-verkehr.pdf?la=de&hash=9A06856B9618F9FCECFBB579285EF45A3BEAA215>, 5.9.2019.
- Statista (2019): Fahrzeugbestand Deutschland. Ein Dossier. de.statista.com/statistik/studie/id/11436/dokument/fahrzeugbestand-deutschland-statista-dossier, 3.9.2019.
- Stilgoe, Jack (2017): Machine Learning, Social Learning and the Governance of Self-driving Cars. In: *Social Studies of Science* 48, S. 25–56.
- UBA (Umweltbundesamt) (2017): Die Stadt für Morgen. Umweltschonend mobil – lärmarm – grün – kompakt – durchmischt. Dessau. www.umweltbundesamt.de/publikationen/die-stadt-fuer-morgen-umweltschonend-mobil-laermarm, 3.9.2019.
- VDA (Verband der Deutschen Automobilindustrie) (2015): Automated Driving, Frankfurt am Main. www.vda.de/en/topics/innovation-and-technology/automated-driving/automated-driving.html, 3.9.2019.
- Werner, Jan (2017): Willigen Kommunen den Weg zur Verkehrswende frei machen – so kann es gehen. Präsentation bei der Fachkonferenz «Verkehrswende und Straßenverkehrsrecht» in Berlin am 1. Juli 2017. www.vcd.org/fileadmin/user_upload/Redaktion/Themen/Verkehrspolitik/Strassenverkehrsrecht_20160601_Werner_kcw_-_Willigen_Kommunen_Weg_fre_i_machen.pdf, 3.9.2019.
- Winter, Konstanze; Cats, O.; Homem de Almeida Correia, Gonçalo; van Arem, Bart (2018): Performance Analysis and Feet Requirements of Automated

Demand-responsive Transport Systems as an Urban Public Transport Service. In: *International Journal of Transportation Science and Technology* 7, S. 151–167.

- Wolf, Ingo (2015): Wechselwirkung Mensch und autonomer Agent. In: Maurer et al., S. 102–122.
- Wolmar, Christian (2018): *Driverless Cars: On a Road to Nowhere*, London: London Publishing Partnership.

Die Autoren*

Weert Canzler, Dr. phil. habil., ist Senior Researcher in der Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik am Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung (WZB) und Sprecher des Leibniz-Forschungsverbundes Energiewende. Seine Forschungsschwerpunkte sind sozialwissenschaftliche Verkehrs- und Mobilitätsforschung, Energiepolitik/Energiewende sowie Innovationsforschung und Technologiepolitik.

Andreas Knie, Prof. Dr., ist Leiter der Forschungsgruppe Wissenschaftspolitik am WZB und Hochschullehrer an der TU Berlin. Von 2001 bis 2016 war er Bereichsleiter für Intermodale Angebote und Geschäftsentwicklung der Deutschen Bahn AG und von 2006 bis 2018 in der Geschäftsführung des Innovationszentrums für Mobilität und gesellschaftlichen Wandel GmbH (InnoZ). Seine Forschungsfelder sind die Wissenschaftsforschung, Innovations- und Technikforschung sowie die Verkehrs- und Mobilitätsforschung.

** Dieses böll.brief beruht auf einem Gutachten, das die Autoren gemeinsam mit **Lisa Ruhrort** im Auftrag verschiedener Landesverbände von Bündnis 90/Die Grünen erstellt haben, zur Vertiefung vergleiche außerdem: Canzler et al. 2019.*

Impressum

Herausgeberin: Heinrich-Böll-Stiftung e.V., Schumannstraße 8, 10117 Berlin

Kontakt: Referat Ökologie und Nachhaltigkeit, Dr. Stefanie Groll **E** groll@boell.de

Erscheinungsort: www.boell.de

DOI: <https://doi.org/10.25530/03552.39>

Erscheinungsdatum: Oktober 2019

Lizenz: Creative Commons (CC BY-NC-ND 4.0)

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0>

Verfügbare Ausgaben unter: www.boell.de/de/boellbrief

Abonnement (per E-Mail) unter: boell.de/news

Die vorliegende Publikation spiegelt nicht notwendigerweise die Meinung der Heinrich-Böll-Stiftung wider.